



KARAKTER KETAHANAN 6 KULTIVAR BAWANG MERAH TERHADAP INFEKSI *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* PENYEBAB PENYAKIT MOLER

Sri Wiyatiningsih, Arif Wibowo, Endang Triwahyu P.
Progd Agroteknologi FP UPN “Veteran” Jawa Timur

ABSTRACT

One of the important shallot diseases causing great loss up to 50% in several main shallot fields is *moler* caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. Cultivar which resistant to *F. oxysporum* f.sp. *cepae* and produce lots of bulb still unknown, so that research as effort to find resistant cultivar is necessary.

This research is a form of field-scale research study of character of plant resistance. The study was done by planting six shallot cultivars on sand land in Bantul and on paddy field in Nganjuk in the rainy season and dry season. In this study conducted in a natural inoculation. The research result shows the longest incubation periode, the lowest average intensity and the lowest infection rate of moler disease happens on Tiron cultivar. Tiron cultivar is rather resistant, Yellow and Bima cultivars are rather susceptible, while Blue, Pilip and Bauji cultivars are susceptible to *F. oxysporum* f.sp. *cepae* which caused moler disease.

Key words: *moler disease, F. oxysporum* f.sp. *cepae, character of resistance*

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan komoditas unggulan dengan prospek permintaan pasar yang cukup baik, sehingga memegang peranan penting dalam perdagangan dan mendapat prioritas pengembangan (Anonim, 2007). Kendala utama dalam peningkatan produksi bawang merah adalah adanya gangguan hama dan penyakit baik di pertanaman maupun di gudang. Salah satu penyakit penting pada bawang merah yang akhir-akhir ini menimbulkan banyak kerugian di beberapa sentra produksi adalah penyakit moler yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. Menurut laporan petani penyakit moler telah menimbulkan kerusakan dan menurunkan hasil umbi lapis hingga 50% (Wiyatiningsih, 2003).

F. oxysporum f.sp. *cepae* diketahui sebagai patogen terbawa tanah yang sukar dikendalikan (Joffe, 1986; Hadisoeganda *et al.*, 1995; Havey, 1995). Penyakit-penyakit tanaman yang disebabkan oleh patogen terbawa tanah dan serangan patogennya melalui akar menimbulkan tantangan dalam pengelolaan penyakit yang efektif, karena inokulum awal sudah ada di dalam tanah sebelum awal pertumbuhan tanaman inang atau dapat juga diintroduksi oleh tanaman inang (Campbell & Neher, 1996).

Upaya pengendalian penyakit terbawa tanah melalui sanitasi, pergiliran tanaman, dan penggunaan fungisida sulit dilaksanakan pada kondisi lapang di daerah endemik, sehingga alternatif pengendalian yang diharapkan dapat dikembangkan adalah penggunaan kultivar tahan (Korlina & Baswarsati, 1995). Dalam produksi bawang merah dan hubungannya dengan ketahanan terhadap penyakit moler, masih banyak petani yang melakukan pemilihan kultivar hanya berdasar tingginya produksi. Hal ini disebabkan karena kultivar yang tahan terhadap *F. oxysporum* f.sp. *cepae* penyebab penyakit moler dan menghasilkan umbi lapis yang relatif tinggi belum diketahui (Wiyatiningsih, 2007).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian untuk mengetahui karakter ketahanan 6 kultivar bawang merah terhadap *F. oxysporum* f.sp. *cepae* penyebab penyakit moler sangat diperlukan, sebagai informasi sumber ketahanan dalam upaya perakitan kultivar bawang merah tahan terhadap penyakit moler, guna meningkatkan produktivitas bawang merah.

METODE PENELITIAN



Penelitian lapangan dilaksanakan di 2 daerah sentra produksi bawang merah yaitu Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada musim tanam bawang merah, baik pada musim hujan Maret-Juni tahun 2010, maupun musim kemarau Juli-September tahun 2010.

Penelitian berupa kajian ketahanan yang dilakukan untuk mendapatkan kultivar tahan. Kajian ini dilakukan dengan cara menanam 6 kultivar bawang merah di lahan pasir Bantul dan serta lahan sawah Nganjuk. Percobaan dilakukan pada musim hujan dan musim kemarau. Pada kajian ini inokulasi dilakukan secara alami, yaitu dengan menggunakan lahan yang telah diketahui mempunyai intensitas penyakit moler yang tinggi berdasarkan hasil survei sebelumnya di 2 daerah tersebut.

Percobaan ini menggunakan rancangan bujur sangkar latin faktor tunggal dengan enam kultivar bawang merah yang diuji, masing-masing diulangi 6 kali. Masing-masing ulangan ditempatkan pada satu petak yang terdiri atas 100 tanaman dengan jarak tanam 20 x 20 cm.

Variabel pengamatan meliputi:

1. Periode Inkubasi penyakit moler diamati, dengan cara mengamati periode munculnya gejala penyakit moler, setiap hari mulai dari penanaman hingga tanaman tampak bergejala. Pengamatan dilakukan terhadap masing-masing tanaman, kemudian data dirata-rata untuk masing-masing ulangan (1 bedeng terdiri atas 100 tanaman).

2. Intensitas penyakit, diamati setiap minggu sejak munculnya gejala sampai menjelang panen. Berdasarkan sifat penyakit yang sistemik maka intensitas penyakit dihitung dengan rumus menurut Wiyatiningsih (2007):

$$I = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

I: Intensitas penyakit

a: Jumlah tanaman sakit

b: Jumlah tanaman seluruhnya

Untuk menilai berat ringan Intensitas Penyakit (pada pengelolaan lapangan) digunakan skala menurut hasil penelitian tahun I sebagai berikut :

Tidak ada serangan: bila intensitas penyakit 0,00% - 5,00%

Serangan ringan : bila intensitas penyakit > 5,00% - < 10,00%

Serangan sedang : bila intensitas penyakit $\geq 10,00\%$ - < 30,00%

Serangan berat : bila intensitas penyakit $\geq 30,00\%$ - < 75,00%

Serangan puso : bila derajat intensitas penyakit $\geq 75,00\%$

3. Laju infeksi

Data intensitas penyakit yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengetahui perkembangan penyakit dengan menghitung laju infeksi atau *r* (*infection rate*) menggunakan rumus epidemiologi Van der Plank (1963):

$$X_t = X_0 \cdot e^{rt}$$

Keterangan :

X_t : Proporsi penyakit (Intensitas penyakit) pada waktu *t*

X_0 : Proporsi penyakit (Intensitas penyakit) pada awal pengamatan
(*t*= 0)



e: Logaritma natural, yakni konstanta sebesar 2,71828

r: Laju infeksi penyakit

t: Waktu

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Periode Inkubasi Penyakit Moler

Periode inkubasi penyakit moler diamati, dengan cara mengamati periode munculnya gejala penyakit moler, setiap hari mulai dari penanaman sampai tanaman tampak bergejala. Periode inkubasi penyakit moler tercepat terjadi 12,17 dan 12,50 hari setelah tanam pada kultivar Biru dan Bauji yang ditanam di lahan sawah Nganjuk pada musim hujan. Periode inkubasi penyakit moler terlama terjadi 50,00 hari setelah tanam pada semua kultivar yang ditanam di lahan sawah Nganjuk pada musim kemarau (Tabel 1).

Hasil tersebut di atas menunjukkan bahwa pada musim yang sama yaitu musim hujan, perbedaan jenis tanah mempengaruhi cepat atau lamanya periode inkubasi penyakit moler. Periode inkubasi tercepat terjadi di lahan sawah Nganjuk berjenis tanah Vertisol pada musim hujan. Tanah Vertisol merupakan tanah lempung berat dengan pH 5,1 dan porositas total tanah 38,70% paling rendah di banding lahan pasir. Kondisi tersebut kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman bawang merah, menyebabkan tanaman lebih cepat mengalami predisposisi dan menunjukkan gejala penyakit. Kondisi lingkungan yang kurang baik bagi tanaman meningkatkan eksudasi akar, dan keparahan penyakit berhubungan dengan bertambahnya sumber makanan yang meningkatkan potensi inokulum patogen (Lockwood, 1988).

Tabel 1. Periode inkubasi penyakit moler pada beberapa kultivar bawang merah yang ditanam di lahan pasir Bantul dan lahan sawah Nganjuk pada musim hujan dan kemarau

Lahan	Kultivar	Periode inkubasi penyakit moler (hari)	
		Musim Hujan	Musim Kemarau
Lahan Pasir Bantul	Pilip	22,00	22,33
	Bauji	19,50	21,00
	Tiron	31,17	26,20
	Biru	16,30	21,50
	Kuning	27,67	21,50
	Bima	20,67	21,67
Lahan Sawah Nganjuk	Pilip	14,50	50,00
	Bauji	12,50	50,00
	Tiron	17,83	50,00
	Biru	12,17	50,00
	Kuning	15,67	50,00
	Bima	17,17	50,00

Pada musim kemarau, periode inkubasi penyakit terlama terjadi pada semua kultivar yang ditanam di lahan sawah Nganjuk. Pada musim kemarau kondisi lahan sawah Nganjuk kurang mendukung untuk perkembangan patogen sehingga perkembangan penyakit moler juga tertekan. Agrios (1997) menyatakan, bahwa panjang pendeknya periode inkubasi suatu penyakit tanaman bervariasi terhadap kombinasi inang-patogen khusus, tahap pertumbuhan inang, dan suhu lingkungan.

Tabel 2 menunjukkan rerata periode inkubasi penyakit moler untuk semua kultivar yang ditanam pada musim hujan sebesar 18,85 hari, dengan periode inkubasi tercepat 14,40 hari dijumpai pada kultivar Biru, dan terlama 24,50 hari dijumpai pada kultivar Tiron. Rerata periode inkubasi penyakit untuk semua kultivar pada musim kemarau lebih lama dari musim hujan yaitu sebesar 36,19 hari, periode inkubasi tercepat 35,50 hari dijumpai pada kultivar Bauji,



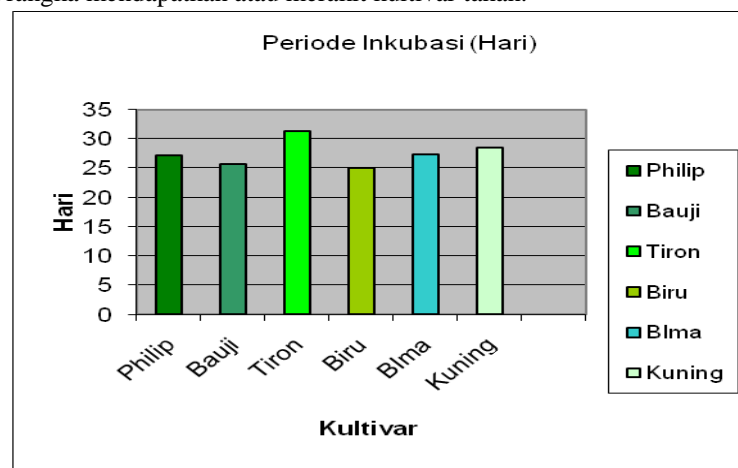
dan terlama 38,10 hari dijumpai pada kulivar Tiron. Hasil di atas menunjukkan, bahwa pada musim yang sama perbedaan kulivar menyebabkan perbedaan periode inkubasi penyakit moler.

Tabel 2. Periode inkubasi penyakit moler pada beberapa kulivar bawang merah pada musim hujan dan musim kemarau

Kulivar	Rerata Periode inkubasi penyakit moler (hari)		
	Musim hujan	Musim kemarau	Rerata
Pilip	18,25	36,17	27,21
Bauji	15,84	35,50	25,67
Tiron	24,50	38,10	31,30
Biru	14,40	35,75	25,07
Kuning	21,17	35,75	28,46
Bima	18,94	35,85	27,39
Rerata	18,85	36,19	

Gambar 1 memperlihatkan periode inkubasi pada enam kulivar bawang merah yang diuji. Periode inkubasi tercepat terjadi pada kulivar Biru. Hal ini menunjukkan bahwa kulivar Biru paling rentan terhadap serangan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*, kemudian diikuti kulivar Bauji, Philip, Bima, Kuning, dan Tiron. Kulivar yang paling tahan adalah Tiron.

Menurut Guest & Brown (1997), dengan mengasumsikan bahwa lingkungan sesuai untuk perkembangan patogen, maka ketahanan atau kerentanan dari suatu tanaman terhadap suatu patogen tertentu tergantung 2 faktor yang saling berkaitan yaitu a) substrat yang dibutuhkan patogen, 2) respon tanaman terhadap patogen. Sesuai dengan hal tersebut, dengan mengasumsikan bahwa tempat percobaan sesuai untuk perkembangan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, maka kulivar Biru merupakan substrat yang cocok untuk *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, dan kulivar tersebut menunjukkan respon kerentanan yang cepat terhadap serangan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*. Sebaliknya Tiron bukan substrat yang cocok untuk *F. oxysporum* f. sp. *cepae*. Dengan demikian kulivar Tiron dapat dijadikan sumber gen ketahanan dalam rangka mendapatkan atau merakit kulivar tahan.



Gambar 1 . Diagram batang periode inkubasi penyakit moler pada 6 kulivar bawang merah

2. Intensitas Penyakit Moler (IP)

Intensitas penyakit moler pada 6 kultivar bawang merah yang ditanam di 2 lahan pengujian pada musim hujan dan kemarau tahun 2010 ditunjukkan dalam Tabel 3. Rerata intensitas penyakit tertinggi 92,83% dan 92 33% terjadi pada kultivar Biru dan Pilip yang ditanam di lahan sawah Nganjuk pada musim hujan. Intensitas penyakit terendah 3,84% terjadi pada kultivar Tiron yang ditanam di lahan pasir Bantul pada musim Kemarau.

Intensitas penyakit moler sangat dipengaruhi oleh kondisi lahan, musim, dan kultivar yang ditanam. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Zadok & Schein (1979), bahwa ambang kerusakan penyakit tanaman bervariasi dengan lokasi, musim, dan skala usaha tani. Di samping itu varietas dengan tingkat kerentanan yang berbeda menyebabkan ambang kerusakan yang berbeda pula.

Tabel 3. Intensitas penyakit moler pada 6 kultivar bawang merah yang ditanam di lahan pasir Bantul dan lahan sawah Nganjuk pada musim hujan dan kemarau

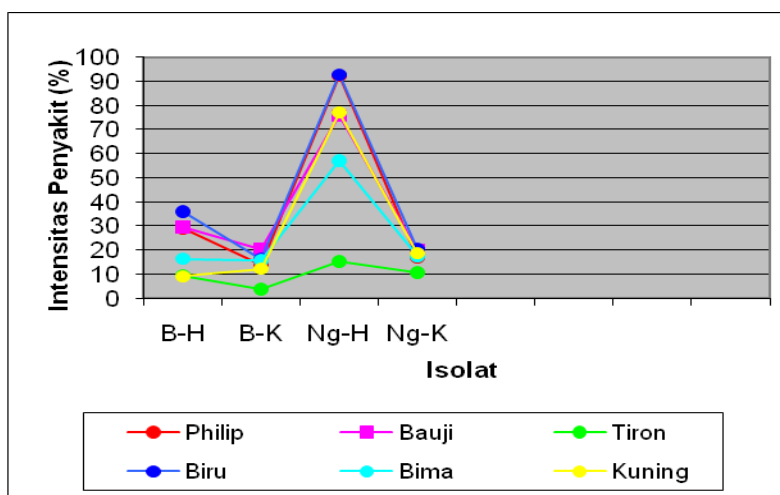
Musim	Kultivar	Rerata intensitas serangan moler (%)	
		Lahan Pasir Bantul	Lahan Sawah Nganjuk
Hujan	Pilip	28,84 c	92,33 f
	Bauji	29,50 c	75,83 de
	Tiron	9,38 ab	15,17 bc
	Biru	36,00 c	92,83 f
	Kuning	9,17 ab	77,00 de
	Bima	16,33 b	57,17 d
Kemarau	Pilip	13,76 ab	16,80 b
	Bauji	20,36 bc	20,07 bc
	Tiron	3,84 a	10,59 ab
	Biru	16,12 b	20,22 bc
	Kuning	12,23 ab	18,61 b
	Bima	15,63 b	17,30 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Terkecil pada taraf 5%

Gambar 2 memperlihatkan kerusakan kultivar Biru karena penyakit moler di lahan sawah Nganjuk pada musim hujan tahun 2010. Tampak pada gambar bahwa kultivar Biru mengalami kerusakan berat, dalam satu bedeng yang berisi 100 tanaman hanya beberapa tanaman saja yang tidak menunjukkan gejala penyakit moler.



Gambar 2. Kultivar Biru yang ditanam di lahan sawah Nganjuk



Gambar 3. Grafik Nilai Intensitas Penyakit Moler antar Enam Kultivar Bawang Merah yang ditanam di Lahan Pasir Bantul Musim Hujan (B-H), Lahan Pasir Bantul Musim Kemarau (B-K), Lahan Sawah Nganjuk Musim Hujan (Ng-H), Lahan Sawah Nganjuk Musim Kemarau (Ng-K)

Gambar 3 menunjukkan rerata intensitas penyakit moler tertinggi 92,3% terjadi pada kultivar Biru (dari Bantul) yang ditanam di lahan sawah Nganjuk, dan rerata intensitas penyakit terendah 3,84% terjadi pada kultivar Tiron (dari Bantul) yang ditanam di Lahan pasir Bantul. Kultivar Tiron mampu menahan serangan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, ditunjukkan dengan nilai intensitas penyakit yang rendah walaupun di tanam di lahan dan lokasi serta musim yang berbeda.

Nilai rerata intensitas penyakit moler beserta kategori serangan dan karakter ketahanan antar kultivar terlihat pada Tabel 4. Rerata intensitas penyakit moler tertinggi sebesar 41,29% terjadi pada kultivar Biru yang merupakan benih dari daerah Bantul. Rerata intensitas penyakit 41,29% termasuk dalam kategori serangan berat dan tingkat ketahanan termasuk Rentan. Namun selain kultivar Biru terdapat kultivar lain dengan intensitas penyakit 37,80% dan 36,44% yang termasuk dalam kategori serangan berat dan tingkat ketahanan Rentan yaitu kultivar Philip dan Bauji. Rerata intensitas penyakit moler terendah 9,5% terjadi pada kultivar Tiron yang merupakan benih dari daerah Bantul. Rerata intensitas penyakit 9,75% termasuk dalam kategori serangan ringan dengan tingkat ketahanan termasuk Agak Tahan. Kultivar Bima dan Kuning menunjukkan intensitas penyakit 26,61% dan 29,25% yang termasuk dalam kategori serangan sedang dengan tingkat ketahanan termasuk Agak Rentan.

Tabel 4. Rerata Intensitas Penyakit moler pada 6 kultivar bawang merah Beserta Kategori Serangan dan Tingkat Ketahanan

Kultivar	Rrata Intensitas Penyakit Moler (%)	Kategori Serangan	Tingkat Ketahanan
Pilip	37,80	Berat	Rentan
Bauji	36,44	Berat	Rentan
Tiron	9,75	Ringan	Agak rentan
Biru	41,29	Berat	Rentan
Kuning	29,25	Sedang	Adak rentan
Bima	26,61	sedang	Agak rentan

Kultivar Tiron relatif lebih mampu menahan serangan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, ditunjukkan dengan nilai intensitas penyakit yang rendah. Dapat diketahui bahwa kultivar tersebut mempunyai ketahanan kuantitatif,



karena menunjukkan respon berupa ketahanan sebagian atau Agak Tahan. Ketahanan kuantitatif tidak menghambat proses infeksi secara lengkap dan membiarkan produksi inokulum, tetapi produksi inokulumnya tertunda yang berarti periode latennya lebih lama atau mungkin dikurangi, sehingga epidemi tertunda atau terjadi penurunan tingkat keparahan penyakit dalam populasi (Frantzen, 2000). Dengan demikian kultivar Tiron dapat dimanfaatkan sebagai sumber ketahanan terhadap *F. oxysporum* f.sp. *cepae* penyebab penyakit moler, dalam rangka perakitan kultivar bawang merah tahan terhadap penyakit moler, guna meningkatkan produktivitas bawang merah.

Hasil di atas sesuai dengan hasil penelitian skala rumah kaca Tahun I bahwa kultivar Tiron mampu menunjukkan kemampuan menahan serangan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, ditunjukkan dengan nilai intensitas penyakit yang rendah, dan dapat diketahui bahwa kultivar tersebut mempunyai ketahanan kualitatif, karena menunjukkan respon berupa ketahanan penuh. Namun, pada hasil penelitian skala lapangan Tahun II ini kultivar Tiron menunjukkan ketahanan kuantitatif, karena menunjukkan respon berupa ketahanan sebagian atau Agak Tahan.

3. Laju Infeksi Penyakit Moler (r)

Laju infeksi penyakit moler (r) pada 6 kultivar bawang merah yang ditanam di 2 lahan pada musim hujan dan kemarau tertera pada Tabel 5. Laju infeksi tertinggi sebesar 1,164 unit/minggu terjadi pada kultivar Biru yang ditanam di lahan sawah Nganjuk pada musim hujan, dan laju infeksi terendah 0,7 unit/minggu pada kultivar Tiron yang ditanam di lahan sawah Nganjuk pada musim hujan, pada semua kultivar yang ditanam di lahan pasir Bantul pada musim hujan dan pada semua kultivar yang ditanam di semua lahan pada musim kemarau.

Menurut Zadok dan Schein (1979), semakin tinggi laju infeksi maka semakin pendek periode perkembangan penyakit yang berarti semakin cepat terjadi epidemi penyakit. Laju infeksi yang tinggi pada kultivar Biru yang ditanam di lahan sawah Nganjuk pada musim hujan memperlihatkan bahwa perkembangan epidemi penyakit moler pada kultivar Biru sangat cepat, karena kultivar Biru merupakan kultivar yang tidak mempunyai ketahanan kuantitatif atau rentan terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* apabila ditanam pada kondisi lingkungan mendukung untuk perkembangan penyakit moler. Kondisi lingkungan yang dimaksud yaitu kondisi tanah Vertisol dan cuaca musim hujan.

Tabel 5. Laju infeksi penyakit moler 6 kultivar bawang merah yang ditanam di lahan pasir Bantul dan lahan sawah Nganjuk pada musim hujan dan kemarau

Musim	Kultivar	Laju Infeksi (unit/minggu)	
		Lahan pasir Bantul	Lahan sawah Nganjuk
Hujan	Pilip	0,754 a	1,004 c
	Bauji	0,760 a	0,885 b
	Tiron	0,712 a	0,763 a
	Biru	0,769 a	1,164 d
	Kuning	0,721 a	0,880 b
	Bima	0,732 a	0,819 b
Kemarau	Pilip	0,714 a	0,717 a
	Bauji	0,726 a	0,721 a
	Tiron	0,709 a	0,716 a
	Biru	0,716 a	0,721 a
	Kuning	0,711 a	0,718 a
	Bima	0,714 a	0,718 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Terkecil pada taraf 5%



Laju infeksi terendah terjadi pada semua kultivar yang ditanam di lahan pasir Bantul pada musim hujan, dan pada semua kultivar yang ditanam di semua lahan pada musim kemarau. Hal ini menunjukkan bahwa semua kultivar mempunyai ketahanan kuantitatif apabila di tanam di lahan dengan jenis tanah Regosol pada musim hujan, dan apabila ditanam di lahan dengan jenis tanah Regosol, dan Vertisol pada musim kemarau, sehingga perkembangan epidemi penyakit moler berlangsung lebih lambat. Ketahanan kuantitatif tidak menghambat proses infeksi secara lengkap dan membiarkan produksi inokulum, tetapi produksi inokulumnya tertunda yang berarti periode latennya lebih lama atau mungkin dikurangi, sehingga epidemi tertunda atau terjadi penurunan tingkat keparahan penyakit dalam populasi (Frantzen, 2000).

Tabel 5 memperlihatkan bahwa laju infeksi penyakit moler pada kultivar Tiron di semua lahan baik musim hujan maupun kemarau relatif paling rendah dibandingkan kultivar lain. Hal ini menunjukkan bahwa kultivar Tiron mempunyai ketahanan kuantitatif yang lebih tinggi dibandingkan kultivar lain. Dengan demikian, laju infeksi penyakit moler sangat dipengaruhi oleh kultivar, jenis tanah, dan musim. Van der Plank (1963) menyatakan, besarnya laju infeksi ditentukan oleh jumlah inokulum, proporsi dari unit pemencaran yang mengawali infeksi, panjang periode laten, dan panjang periode infeksi. Namun keempat hal tersebut dipengaruhi oleh variasi inang, patogen, dan lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disusun kesimpulan sebagai berikut.

1. Periode inkubasi penyakit moler tercepat, intensitas penyakit dan laju infeksi penyakit moler tertinggi terjadi pada kultivar Biru yang ditanam di lahan sawah Nganjuk pada musim hujan.
2. Periode inkubasi penyakit moler terlama, intensitas penyakit dan laju infeksi penyakit moler terendah terjadi pada kultivar Tiron yang ditanam di semua lahan pada musim kemarau.
3. Kultivar Tiron menunjukkan tingkat ketahanan Agak Tahan, kultivar Kuning dan Bima menunjukkan tingkat ketahanan Agak Rentan, Sedangkan kultivar Biru, Pilip dan Bauji menunjukkan tingkat ketahanan Rentan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N., 1997. *Plant Pathology*. Academic Press. San Diego.
- _____, 2007. *Survei Pertanian. Produksi Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan*. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Campbell, C. L. & D. A. Neher, 1996. Challenges, Opportunities, and Obligations in Root Disease Epidemiology and Management. Dalam R. Hall, ed. *Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens*. APS Press. Minnesota. 20 – 49.
- Frantzen, J., 2000. Resistance in Populations. Dalam A.J. Slusarenko, R.S.S. Fraser, & L.C. van Loon, eds. *Mechanisms of Resistance to Plant Disease*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 161 – 187.
- Guest, D. & J. F. Brown, 1997. Plant Defences Against Pathogens. Dalam J.F. Brown & H.J. Ogle, eds. *Plant Pathogen and Plant Disease* Rockvale Publications. Armidale. 264 – 286.
- Hadisoeganda, W.W., Suryaningsih, & E. Moekasan, 1995. Penyakit dan Hama Bawang Merah. Dalam Anonim. *Teknologi Produksi Bawang Merah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 57 – 73.
- Havey, M.J., 1995. Fusarium Basal Plate Rot. Dalam Howard F.S. & S. Krishna M, eds. *Compendium of Onion and Garlic Diseases*. APS Press. Minnesota. 10 – 11.
- Joffe, A.Z., 1986, *Fusarium Species : Their Biology and Toxicology*. John Wiley & Sons. New York.
- Korlina, E. & Baswarsiati, 1995. Uji Ketahanan Beberapa Kultivar Bawang Merah Terhadap Penyakit Layu. *Prosiding Konggres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Mataram. 535 – 539.



- Lockwood, J.L., 1988. Evolution of Concepts Associated with Soilborne Plant Pathogens. *Annual Review Phytopathology* 26: 93 – 121.
- Nagarajan, N., 1983. *Plant Diseases Epidemiology*, Oxford & IBH Publ, New Delhi, 267p.
- Sumarni, N. & E. Sumiati, 1995. Ekologi Bawang Merah. *Dalam Anonim. Teknologi Produksi Bawang Merah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 8 – 11.
- Wiyatiningsih, S., 2003. Kajian Asosiasi *Phytophthora* sp. dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* Penyebab Penyakit Moler pada Bawang Merah. *Mapeta* 5: 1-6
- _____, 2007. *Kajian Epidemiologi Penyakit Moler pada Bawang Merah*. Disertasi. Program Studi Fitopatologi, Jurusan Ilmu Pertanian, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.